



5

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 11 JUIN 2001

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30  
<http://www.inpi.fr>



**INPI**INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

**BREVET D'INVENTION**  
**CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**cerfa**  
N° 11354\*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 540 W / 250899

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>5 JUIL 2000</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0008732</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>05 JUIL. 2000</b>		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b>  <b>CABINET JOLLY</b> <b>54, Rue de Clichy</b> <b>7500 PARIS</b>	
<b>Vos références pour ce dossier</b> <b>37246/1387/JPJ/DM</b> (facultatif) <b>CAS 923</b>			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° / /	
ou demande de certificat d'utilité initiale		Date / /	
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° / /	
Date / /			
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>  Procédé et dispositif de craquage d'hydrocarbures mettant en oeuvre deux chambres réactionnelles successives.			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation / / N° Pays ou organisation / / N° Pays ou organisation / / N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		TOTAL RAFFINAGE DISTRIBUTION S.A.	
Prénoms			
Forme juridique		SOCIETE ANONYME	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse		Tour TOTAL	
Rue		24, Cours Michelet	
Code postal et ville		92800 PUTEAUX	
Pays		FRANCE	
Nationalité		française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

REMISE DES PIÈCES DATE <b>5 JUIL 2000</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0008732</b>		Réservé à l'INPI	
Vos références pour ce dossier : (facultatif) <b>37 246/1387/JPJ/DM</b>			
<b>6 MANDATAIRE</b> Nom Prénom Cabinet ou Société N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel Adresse Rue Code postal et ville N° de téléphone (facultatif) N° de télécopie (facultatif) Adresse électronique (facultatif)			
CABINET JOLLY  54, rue de Clichy 75009 PARIS			
<b>7 INVENTEUR (S)</b> Les inventeurs sont les demandeurs <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée			
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b> Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation) Établissement immédiat ou établissement différé <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Paiement échelonné de la redevance Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non			
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b> Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :			
Si vous avez utilisé l'imprimé « Suite », indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) <b>Jean-Pierre JOLLY</b> C.P.I N° 92.1122		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b> <b>P. BERNOUIS</b>	

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1./1.  
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 260899

**Vos références pour ce dossier**

(facultatif) 37 246/1387/IPJ/DM

**N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL**


**TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)**

Procédé et dispositif de craquage d'hydrocarbures mettant  
en oeuvre deux chambres réactionnelles successives.

**LE(S) DEMANDEUR(S) :**

TOTAL RAFFINAGE DISTRIBUTION S.A.  
Tour Total  
24, Cours Michelet  
92 800 PUTEAUX

**DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :** (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs,  
utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).

Nom		ESPEILLAC	
Prénoms		Marcellin	
Adresse	Rue	59, rue des Prés aux Bois	
	Code postal et ville	78000	VERSAILLES
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		CRESPIN	
Prénoms		Pierre	
Adresse	Rue	75, rue Roger Salengro	
	Code postal et ville	76620	LE HAVRE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
<b>DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b>		Le 5 Juillet 2000  <b>Jean-Pierre JOLLY</b> C.P.I N° 92.1122	

## **Procédé et dispositif de craquage d'hydrocarbures mettant en oeuvre deux chambres réactionnelles successives**

La présente invention concerne le craquage d'hydrocarbures en présence de particules caloporteuses, catalytiques ou non, circulant en phase fluidisée. Elle a plus particulièrement pour objet un procédé de craquage en lit fluidisé, dans lequel des particules caloporteuses circulent dans deux chambres réactionnelles successives, dans chacune desquelles elles sont mises en contact avec une ou plusieurs coupes d'hydrocarbures à craquer.

L'invention concerne également un dispositif conçu pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

De manière connue en soi, l'industrie pétrolière a recours à des procédés de conversion des charges lourdes d'hydrocarbures, dans lesquels des molécules hydrocarbonées à haut poids moléculaire et à point d'ébullition élevé sont scindées en molécules plus petites, qui peuvent bouillir dans des domaines de températures plus faibles, convenant à l'usage recherché.

Pour effectuer ce type de conversion, elle dispose en particulier de procédés dits de craquage à l'état fluide. Dans ce type de procédés, la charge d'hydrocarbures, généralement pulvérisée sous forme de fines gouttelettes, est mise en contact avec des particules caloporteuses à haute température et qui circulent dans le réacteur sous forme de lit fluidisé, c'est à dire en suspension plus ou moins dense au sein d'un fluide gazeux assurant ou assistant leur transport. Au contact des particules chaudes, il y a vaporisation de la charge, suivie du craquage des molécules d'hydrocarbures. La réaction de craquage est de type thermique, lorsque les particules ont uniquement une fonction caloporteuse. Elle est de type catalytique, lorsque les particules caloporteuses ont également une fonction catalytique, c'est à dire présentent des sites actifs favorisant la réaction de craquage, comme c'est le cas en particulier dans le procédé dit de craquage catalytique à l'état fluide (communément dénommé procédé FCC, de l'anglais « Fluid Catalytic Cracking »).

Après que, suite aux réactions de craquage, l'on ait atteint la gamme de poids moléculaires désirée, avec un abaissement correspondant des points d'ébullition, les effluents réactionnels sont séparés des particules. Ces dernières, désactivées en raison du coke qui

s'est déposé à leur surface, sont généralement strippées afin de récupérer les hydrocarbures entraînés, puis régénérées par combustion du coke, et enfin remises en contact avec la charge à craquer.

5 Les réacteurs utilisés sont le plus souvent des réacteurs verticaux de type tubulaire, dans lesquels la charge et les particules se déplacent suivant un flux essentiellement ascendant (le réacteur est alors dénommé « riser ») ou suivant un flux essentiellement descendant (le réacteur est alors dénommé « dropper » ou « downer »).

10 Une difficulté majeure, dans de tels procédés, consiste à réaliser un craquage à la fois complet et sélectif de la charge, c'est à dire de parvenir à craquer l'intégralité de la charge, de manière à en obtenir une quantité maximale d'hydrocarbures valorisables, tout en minimisant la quantité de sous-produits indésirables. Cet objectif est d'autant plus difficile à atteindre que les charges à craquer présentent  
15 des intervalles d'ébullition relativement larges, et sont constituées de composés très divers qui craquent dans des conditions sensiblement différentes pour conduire à des produits variés.

C'est pourquoi les procédés actuellement mis en œuvre effectuent une conversion généralement incomplète de la charge. Dans ces  
20 procédés, le craquage est réalisé dans un seul réacteur, dont les conditions opératoires, choisies en fonction de la nature moyenne des hydrocarbures constituant la charge, ne permettent pas de craquer correctement toute la gamme des hydrocarbures présents de manière à obtenir sélectivement les produits désirés. Il en résulte des effluents  
25 réactionnels constitués de produits très divers, dont une proportion importante sont issus d'un craquage insuffisant de la charge et constituent pour le raffineur des produits indésirables, difficilement valorisables.

Une première solution consiste à recycler tout ou partie de ces  
30 produits dans le réacteur de craquage, de manière à leur faire subir une seconde étape de craquage. Toutefois, une telle mesure s'avère non seulement peu efficace, mais également nuisible, dans la mesure où un tel recyclage a souvent pour effet d'affecter sensiblement la qualité du craquage de la charge fraîche.

35 Une seconde solution consiste à augmenter la sévérité du craquage, afin de craquer de manière plus poussée la charge injectée et convertir tous les types d'hydrocarbures présents. Toutefois, une telle

mesure, si elle permet d'augmenter le taux de conversion de la charge, favorise en revanche des phénomènes de surcraquage, qui se traduisent par une diminution de la sélectivité de la conversion : on observe une production accrue de gaz secs et de coke au détriment des hydrocarbures intermédiaires recherchés.

Plusieurs solutions ont été proposées dans l'art antérieur, afin de remédier aux problèmes précités.

Dès 1947, le brevet US N° 2,488,713 propose un procédé de craquage catalytique mettant en œuvre deux réacteurs successifs, dans chacun desquels circulent des particules catalytiques. Dans le premier réacteur, une coupe de recycle lourd (résidu du fractionnement des effluents du craquage, du type connu sous le nom de « slurry ») est craquée au contact des particules catalytiques en provenance du régénérateur. Dans le second réacteur, une charge fraîche ainsi qu'une coupe de recycle intermédiaire du type des distillats sont craquées au contact des particules en provenance du premier réacteur. A la sortie de chacun des deux réacteurs, les effluents hydrocarbonés sont séparés des particules, puis sont combinés et dirigés vers une colonne de fractionnement classique.

Le premier inconvénient d'un tel procédé est que la charge fraîche est traitée, dans le second réacteur, en présence de particules qui ont été déjà largement cokées et désactivées dans le premier réacteur, au contact de la charge de recycle lourd, particulièrement riche en composés polyaromatiques réfractaires. Il en résulte, dans le deuxième réacteur, une mauvaise activité catalytique de ces particules d'où une qualité médiocre du craquage de la charge fraîche, une conversion à la fois peu élevée et peu sélective.

Un second inconvénient vient du fait que la coupe de recycle lourd s'enrichit progressivement en composés lourds les plus réfractaires, qui, même recyclés au premier réacteur, ne craquent pas ou craquent de manière incomplète, et « tournent en rond » dans l'unité. Ceci vient aggraver les problèmes décrits ci-dessus de cokéfaction prématurée des particules au premier réacteur. Une purge prévue sur la ligne de recyclage ne résout pas le problème de manière satisfaisante. En effet, le recycle étant constitué du résidu de fractionnement des effluents combinés des deux réacteurs, la purge non seulement n'extrait qu'une partie des composés les plus réfractaires que l'on souhaite



éliminer de l'unité, mais extrait en plus une fraction de composés directement issus de la charge fraîche, qui n'ont pas été convertis lors de leur passage dans le second réacteur, mais qui auraient pu être craqués dans le premier réacteur au contact des particules régénérées.

5 La mauvaise sélectivité de ce système de purge induit ainsi une perte supplémentaire de rendement en produits souhaités.

Par ailleurs, le brevet EP N° 573316 décrit un procédé de craquage catalytique dans lequel la réaction se déroule dans deux réacteurs successifs, le premier réacteur étant à flux descendant (downer), et le second étant à flux ascendant (riser). La charge à

10 craquer est mise au contact des particules régénérées à l'entrée du réacteur à écoulement descendant, au bas duquel le mélange charge/particules est transféré dans le réacteur à écoulement ascendant. La charge circule donc au contact des particules dans deux

15 réacteurs successifs, ce qui permet d'augmenter le rendement global en hydrocarbures craqués. Toutefois, ce procédé n'est absolument pas sélectif: les hydrocarbures déjà convertis dans le premier réacteur poursuivent leur craquage dans le second réacteur, d'où un phénomène de surcraquage générant une production accrue de gaz secs et de coke,

20 au détriment des coupes intermédiaires recherchées.

Poursuivant ses recherches dans le domaine du craquage en lit fluidisé, la Demanderesse s'est intéressée à ces procédés dans lesquels on utilise deux réacteurs de craquage, afin d'améliorer le taux et la sélectivité de la conversion par rapport aux procédés traditionnels

25 mettant en œuvre un seul réacteur. Ce faisant, elle a mis au point un procédé permettant de remédier aux inconvénients des systèmes de l'art antérieur.

A cet effet, la présente invention concerne un procédé de craquage en lit fluidisé d'une charge hydrocarbonée dans lequel des particules caloporteuses, éventuellement catalytiques, circulent dans deux

30 chambres réactionnelles successives? dans chacune desquelles elles sont mises en contact avec au moins une coupe d'hydrocarbures, et les effluents réactionnels issus de chacune desdites chambres sont dirigés vers une même unité de fractionnement.

35 Ce procédé se caractérise en ce que les effluents de chacune des chambres réactionnelles sont fractionnés en partie séparément dans une même colonne de fractionnement partiellement cloisonnée, et en ce

qu'au moins une coupe issue du fractionnement séparé des effluents d'une des deux chambres réactionnelles est, en tout ou partie, réinjectée dans l'autre chambre.

5 Dans le présent exposé, on désigne par chambre réactionnelle toute enceinte pourvue de moyens d'introduction de particules caloporteuses (catalytiques ou non), de moyens d'injection d'une ou plusieurs coupes d'hydrocarbures à craquer, d'une zone réactionnelle de craquage et de moyens de séparation des effluents de craquage et des particules. Ce terme inclut en particulier tout type de réacteur de  
10 craquage thermique ou catalytique en lit fluidisé, quel que soit son mode de fonctionnement (ascendant ou descendant).

Selon l'invention, des hydrocarbures sont craqués dans une première chambre réactionnelle, au contact de particules pleinement actives en provenance du régénérateur. A la sortie de cette première  
15 chambre, les effluents sont séparés des particules, et ces dernières poursuivent leur parcours dans une seconde chambre réactionnelle dans laquelle leur activité résiduelle est utilisée pour craquer une quantité additionnelle d'hydrocarbures.

Considérant la charge à craquer, celle-ci subit une première étape de craquage classique dans l'une de ces deux chambres réactionnelles. Les effluents correspondants sont ensuite fractionnés dans la même colonne de fractionnement que les effluents issus de l'autre chambre, mais en partie de manière séparée. On récupère alors, du fractionnement séparé des effluents issus de la première étape de  
20 craquage, une ou plusieurs coupes comprenant des produits indésirables. Ces coupes sont ensuite, en tout ou partie, réinjectées dans l'autre chambre réactionnelle. Elles y subissent une seconde étape de craquage indépendante de la première, et dont les conditions opératoires peuvent être ajustées en fonction de la nature de ces hydrocarbures réinjectés et du type de produits que l'on souhaite en  
25 obtenir.

Un tel schéma de procédé est possible grâce à la colonne de fractionnement spécifique intervenant dans l'invention. Cette colonne est en effet partiellement cloisonnée, ce qui permet de fractionner les effluents issus de chacun des deux réacteurs en partie séparément, c'est à dire sans qu'il y ait de contact entre eux. Bien entendu, la partie  
35 des effluents des deux réacteurs ainsi fractionnés de manière séparée

correspond à la partie contenant des coupes riches en produits indésirables, auxquels le raffineur souhaite faire subir une seconde étape de craquage. L'autre partie desdits effluents est combinée dans la zone non cloisonnée de la colonne, dans laquelle les effluents sont fractionnés en commun.

Par rapport aux systèmes traditionnels à un seul réacteur, le procédé selon l'invention permet une conversion à la fois plus poussée et plus sélective de la charge à craquer. Elle permet en effet au raffineur de réinjecter des produits peu valorisables obtenus lors d'une première étape de craquage classique, de manière à faire subir à ces produits une seconde étape de craquage. Le fait que le recyclage desdits produits se fasse dans un réacteur différent présente l'avantage, d'une part, de pouvoir réaliser ce second craquage dans des conditions appropriées et, d'autre part, d'éviter d'affecter la qualité de la première étape de craquage de la charge.

Par rapport aux systèmes à deux réacteurs proposés dans l'art antérieur, le procédé selon l'invention permet de soumettre les hydrocarbures constituant la charge à des circuits de craquage distincts, parfaitement adaptés aux natures diverses des ces hydrocarbures, de manière à en obtenir une quantité maximale de produits valorisables. En effet, la charge à craquer subit une première conversion, à la suite de laquelle les produits indésirables obtenus sont fractionnés séparément des effluents de l'autre réacteur, dans un compartiment de la zone cloisonnée de la colonne de fractionnement. Ces produits sont alors réinjectés dans un réacteur distinct, dans lequel ils subissent une seconde étape de caquage, dans des conditions spécifiquement appropriées à leur nature.

Les effluents résultant de ce second craquage sont alors fractionnés dans la même colonne que les effluents du premier craquage, et le système de fractionnement cloisonné de cette colonne permet d'éviter que les composés indésirables résiduels, non convertis après passage dans les deux réacteurs (en particulier des composés particulièrement réfractaires au craquage), ne soient recyclés une seconde fois et « tournent en rond » dans l'unité. En effet, de tels composés sont récupérés, dans la colonne de fractionnement, dans le compartiment de fractionnement cloisonné des effluents issus de la seconde étape de craquage. Ces composés sont ainsi récupérés

séparément des effluents issus de la première étape de craquage, et ils peuvent par exemple être éliminés de l'unité. Ce système permet de ne réinjecter dans l'une des chambres réactionnelles que des hydrocarbures issus exclusivement de l'autre chambre. L'on évite ainsi  
5 tout phénomène d'enrichissement des coupes recyclées en composés réfractaires, ce qui dégraderait progressivement la qualité du craquage desdites coupes, tout en provoquant une cokéfaction excessive des particules circulant dans l'unité.

Ainsi, le procédé selon l'invention permet de valoriser au mieux  
10 des produits indésirables issus d'une première étape de craquage classique, afin de produire une quantité additionnelle de produits à plus grande valeur ajoutée. Pour une même charge de départ, il offre au raffineur la possibilité de réaliser un craquage à la fois plus complet et plus sélectif en faveur du type de produits qu'il souhaite obtenir. La  
15 rentabilité de l'unité s'en trouve sensiblement améliorée.

Par ailleurs, la Demanderesse a mis au point un dispositif permettant une mise en œuvre efficace du procédé selon l'invention.

La présente invention a donc également pour objet un dispositif de craquage en lit fluidisé d'une charge hydrocarbonée, mettant en  
20 œuvre deux chambres réactionnelles reliées entre elles par un moyen de transfert des particules caloporteuses, une colonne de fractionnement et des conduites d'amenée des effluents hydrocarbonés issus de chacune des deux chambres à ladite colonne de fractionnement.

Ce dispositif se caractérise en ce que :

25 - ladite colonne de fractionnement comporte dans sa partie interne au moins deux zones distinctes : une première zone de fractionnement cloisonné constituée de deux compartiments, communiquant chacun avec une seconde zone de fractionnement commun ;

30 - les conduites d'amenée des effluents issus de la première et de la deuxième chambre réactionnelle débouchent respectivement dans le premier et le deuxième compartiment de ladite zone de fractionnement cloisonné ;

35 des moyens sont prévus pour le recyclage et l'injection dans l'une des chambres réactionnelles d'au moins une coupe soutirée du compartiment de fractionnement cloisonné des effluents de l'autre chambre réactionnelle.

Un premier avantage du dispositif selon l'invention est lié au fait que les effluents hydrocarbonés issus des deux chambres réactionnelles sont traités en partie séparément, mais dans une seule et même colonne de fractionnement. Ce système permet d'éviter de recourir à deux colonnes distinctes, donc d'avoir une unité compacte et de limiter les investissements.

Un second avantage de ce dispositif est lié au fait qu'il permet une mise en oeuvre optimale du procédé selon l'invention. En effet, ladite zone de fractionnement cloisonné est avantageusement dimensionnée en fonction des plages d'ébullition des produits indésirables auxquels le raffineur souhaite faire subir une seconde étape de craquage. La zone de fractionnement commun sert en revanche au fractionnement de produits pour lesquels le raffineur ne souhaite pas différencier ceux issus de chacune des deux chambres réactionnelles, par exemple parce que ce sont des produits directement valorisables, qu'il ne souhaite pas recraquer.

Les deux chambres réactionnelles intervenant dans l'invention sont désignées dans le présent exposé par « première » et « deuxième » chambre réactionnelle, étant entendu que cet ordre est adopté par référence au sens de circulation des particules caloporteuses à partir du régénérateur. Dans chacune de ces deux chambres, l'injection des hydrocarbures peut se faire à co-courant et/ou à contre-courant du flux des particules caloporteuses.

Ces deux chambres réactionnelles peuvent notamment être constituées de tout type de réacteurs à écoulement descendant (downer), ou ascendant (riser). Bien que les deux chambres puissent tout-à-fait être identiques, le procédé selon l'invention est d'autant plus avantageux lorsque lesdites chambres sont différentes. Ceci permet en particulier de faire régner dans ces deux chambres des conditions opératoires différentes, adaptées au type d'hydrocarbures injectés dans chacune.

En particulier, selon une variante préférée du procédé selon l'invention, le temps de séjour des hydrocarbures injectés dans la première chambre réactionnelle est inférieur au temps de séjour des hydrocarbures injectés dans la deuxième chambre réactionnelle. En effet, le craquage dans la première chambre réactionnelle se fait en présence de particules provenant directement du régénérateur, donc à

température particulièrement élevée et à activité maximale. De fait, il s'est avéré préférable d'éviter un contact prolongé entre ces particules et les hydrocarbures, de manière, d'une part, à éviter le surcraquage, d'autre part, à limiter la quantité de coke déposée sur les particules, qui  
5    préservent ainsi une partie de leur chaleur et de leur activité pour le craquage des hydrocarbures injectés dans la seconde chambre réactionnelle.

Dans la deuxième chambre réactionnelle, en revanche, le craquage se fait dans les conditions plus douces, puisque les particules  
10    se sont en partie refroidies, voire désactivées, lors de leur passage dans la première chambre réactionnelle. Dès lors, il s'est avéré avantageux d'y prolonger le contact entre les particules et les hydrocarbures, de manière à permettre un craquage suffisamment complet de ceux-ci.

Avantageusement, le temps de séjour des hydrocarbures injectés  
15    dans la première chambre réactionnelle est compris entre 0,05 et 5 secondes, de préférence entre 0,1 et 1 secondes. Quant au temps de séjour des hydrocarbures injectés dans la deuxième chambre réactionnelle, il est avantageusement compris entre 0,1 et 10 secondes, de préférence entre 0,4 et 5 secondes.

Selon un mode de réalisation préféré, l'écoulement de la charge et du catalyseur dans la première chambre réactionnelle se fait suivant une direction essentiellement descendante. Ladite chambre  
20    réactionnelle peut alors être constituée d'un réacteur sensiblement vertical à écoulement descendant du type connu sous le nom de "downer", tel que décrit par exemple dans la demande internationale de brevet WO 98/12279. En effet, ce type de réacteur permet un temps de  
25    contact particulièrement bref entre les hydrocarbures et le lit fluidisé de particules.

Selon un mode de réalisation également préféré, l'écoulement de la charge et du catalyseur dans la deuxième chambre réactionnelle se fait suivant une direction essentiellement ascendante. Ladite chambre  
30    réactionnelle peut alors être constituée d'un réacteur sensiblement vertical à écoulement ascendant, du type connu sous le nom de "riser". En effet ce type de réacteur permet d'accéder à des temps de contact  
35    plus longs entre les hydrocarbures et le lit fluidisé de particules.

La présente invention présente de nombreux modes de mise en oeuvre, parmi lesquels le raffineur saura choisir celle qui est la plus

adaptée aux types de produits qu'il souhaite obtenir, compte tenu du type de charges à craquer dont il dispose.

5 Un premier mode de mise en oeuvre particulièrement avantageux consiste à cloisonner le fractionnement de la partie lourde des effluents issus des deux réacteurs. Ainsi, les effluents les plus lourds issus de chacune des deux chambres réactionnelles sont fractionnés séparément, tandis que les effluents les plus légers sont combinés.

10 Cette configuration permet de faire subir une seconde étape de craquage à des produits lourds issus d'une première étape de craquage de la charge. De manière avantageuse, ladite coupe issue du fractionnement séparé des effluents de l'une des chambres réactionnelles et qui est, en tout ou partie, réinjectée dans l'autre chambre, comprend du slurry et/ou un distillat lourd du type des HCO.

15 Dans le domaine du raffinage pétrolier, on désigne usuellement par HCO (de l'anglais "heavy cycle oil") une coupe lourde dont l'intervalle d'ébullition peut s'étendre d'un point initial généralement compris entre 320 et 400°C jusqu'à un point final généralement compris entre 450 et 480°C. C'est un produit peu valorisable, riche en soufre et en composés aromatiques, qui est généralement utilisé comme diluant des fuels  
20 lourds.

Quant au produit dénommé communément « slurry », il est constitué du résidu de fractionnement des effluents du craquage. C'est un produit très lourd, très visqueux, dont le point de coupe initial est généralement compris entre 450 et 480°C. Ce résidu est d'autant plus  
25 difficile à valoriser qu'il est particulièrement riche en composés polyaromatiques, et qu'il comprend une proportion appréciable de fines, c'est-à-dire de poussière provenant de l'érosion des particules caloporteuses circulant dans l'unité.

Il est donc particulièrement judicieux de faire subir une seconde  
30 étape de craquage à des produits lourds du type des HCO et slurry, d'autant plus que cela permet de produire plus de produits intermédiaires valorisables tels que les gazoles, les essences, les GPL.

Par ailleurs, pour ces modes de mise en oeuvre dans  
35 lesquels on recycle des coupes de type lourds, il s'est avéré préférable d'injecter de telles coupes dans la seconde chambre réactionnelle. On évite ainsi les risques de cokéfaction prématurée des particules caloporteuses dans la première chambre réactionnelle. On peut alors

avantageusement injecter tout ou partie de la charge fraîche dans la première chambre réactionnelle. Ainsi, selon une configuration particulièrement avantageuse, au moins une coupe issue du fractionnement séparé des effluents les plus lourds de la première chambre réactionnelle est, en tout ou partie, réinjectée dans la seconde chambre réactionnelle.

Un second mode de mise en oeuvre particulièrement avantageux consiste à cloisonner le fractionnement de la partie légère des effluents issus des deux réacteurs. Ainsi, les effluents les plus légers issus de chacune des deux chambres réactionnelles sont fractionnés séparément tandis que les effluents les plus lourds sont combinés.

Cette configuration permet de faire subir une seconde étape de craquage à des produits légers issus d'une première étape de craquage de la charge. De manière avantageuse, ladite coupe issue du fractionnement séparé des effluents de l'une des chambres réactionnelles et qui est, en tout ou partie, réinjectée dans l'autre chambre, comprend de l'essence. De manière usuelle, on désigne par essence des coupes dont l'intervalle d'ébullition peut s'étendre d'un point initial généralement supérieur ou égal à 20°C jusqu'à un point final généralement compris entre 140 et 220°C. Il peut être particulièrement avantageux pour le raffineur de faire subir une seconde étape de craquage à ce type de produits, dans la mesure où cela augmente la production en oléfines légères telles que par exemple des propènes et des butènes, qui sont des produits très recherchés, en particulier pour des utilisations en pétrochimie.

Pour ces modes de mise en oeuvre dans lesquels on recycle des coupes de type légères, il peut être préférable d'injecter ces coupes recyclées dans la première chambre réactionnelle. En effet, le craquage d'essences en oléfines légères nécessitant des températures particulièrement élevées, il s'est avéré plus efficace de réaliser une telle conversion en présence de particules issues directement du régénérateur. La charge fraîche peut alors être injectée, en tout ou partie, dans la deuxième chambre réactionnelle. Ainsi, selon une configuration particulièrement avantageuse, au moins une coupe issue du fractionnement séparé des effluents les plus légers de la deuxième chambre réactionnelle est, en tout ou partie, réinjectée dans la première chambre réactionnelle.



Selon la présente invention, au moins une coupe issue du fractionnement séparé des effluents de l'une des chambres réactionnelles est, en tout ou en partie, réinjectée dans l'autre chambre. Les proportions réinjectées dépendent notamment de la nature (plus ou moins dense, plus ou moins difficile à craquer,...) des coupes concernées. Ces proportions doivent également tenir compte des conditions opératoires régnant dans le réacteur dans lequel de telles coupes sont réinjectées, de manière à assurer la vaporisation complète et le craquage des hydrocarbures recyclés. Pour chaque coupe ainsi recyclée, la proportion réinjectée comprend avantageusement de 10 à 100% du flux de ladite coupe. Plus préférentiellement, cette proportion est comprise entre 50 et 100 %.

Par ailleurs, chacune des coupes réinjectées peut être, préalablement à cette réinjection, combinée à d'autres coupes d'hydrocarbures.

Par exemple, dans le cas du fractionnement séparé des effluents lourds avec réinjection d'une coupe visqueuse de type « slurry », il peut être particulièrement avantageux de diluer par une coupe plus légère la fraction réinjectée de ce slurry, de manière à faciliter la réinjection. Le diluant peut par exemple comprendre de la charge fraîche, en particulier des charges conventionnelles du type des gazoles ou des distillats. Le diluant peut par ailleurs comprendre par exemple des huiles de recyclage légères ("light cycle oils", LCO) ou des huiles lourdes de recyclage ("heavy cycle oils", HCO).

Enfin, chacune des coupes réinjectées peut, préalablement à cette réinjection, être soumise à un ou plusieurs traitements intermédiaires. Avantageusement, un tel traitement intermédiaire inclut un hydrotraitement, tel que par exemple une hydrogénation, une hydrodéaromatisation, une hydrodésulfuration, une hydrodéazotation. De tels traitements sont usuellement effectués en présence de catalyseurs connus de l'Homme du Métier, et qui comportent généralement, déposés sur un support d'oxyde minéral réfractaire, un ou plusieurs métaux du Groupe VIII de la Classification Périodique des Eléments, parfois associés à d'autres métaux tels que ceux du Groupe VI de la Classification Périodique des Eléments.

Dans la seconde chambre réactionnelle, le craquage des hydrocarbures est réalisé en présence des particules caloporteuses

provenant de la première chambre, dans laquelle elles ont été partiellement cokées, voire désactivées, au contact de la charge injectée dans cette première chambre. Une variante particulièrement avantageuse de l'invention consiste à introduire en amont de cette  
5 seconde chambre réactionnelle, en plus des particules issues de la première chambre réactionnelle, un appoint de particules en provenance du régénérateur. Cette variante s'avère particulièrement bénéfique lorsque la chaleur apportée par les particules issues de ladite première chambre est insuffisante pour vaporiser les hydrocarbures  
10 injectés dans la seconde chambre réactionnelle. L'appoint de particules régénérées permet alors d'apporter une quantité de chaleur additionnelle, et de contrôler la température régnant dans ladite seconde chambre. Par ailleurs, lorsque lesdites particules sont de type catalytique, ce système présente l'avantage supplémentaire d'introduire  
15 dans la seconde chambre un appoint en sites catalytiques pleinement actifs, de manière à optimiser les réactions de craquage des hydrocarbures injectés dans cette seconde chambre.

De préférence, l'appoint de particules est introduit entre la zone où s'effectue la séparation des particules et des effluents de la première  
20 chambre réactionnelle et la zone où s'effectue l'injection des coupes d'hydrocarbures dans la deuxième chambre réactionnelle. Ledit appoint est avantageusement introduit de manière à assurer un mélange homogène avec les particules issues du premier réacteur. A cet effet, un système d'homogénéisation des lits fluidisés de particules tel que décrit  
25 dans la demande de brevet EP N° 99.401112 au nom de la Demanderesse peut s'avérer particulièrement utile.

L'invention met en œuvre une colonne de fractionnement spécifique. En effet, celle-ci doit permettre la distillation simultanée des effluents issus des deux réacteurs, et être agencée de manière à ce que  
30 le fractionnement de ces deux types d'effluents soit réalisé en partie de manière séparée, en partie de manière commune.

A cet effet, le volume intérieur de ladite colonne comprend deux zones :

- une zone de fractionnement cloisonné, dans laquelle les  
35 effluents issus des deux réacteurs sont fractionnés séparément, chacun dans un compartiment, de manière à éviter tout contact entre eux, et

- une zone de fractionnement commun, dans laquelle les effluents issus des deux réacteurs sont mélangés.

5 Cette ségrégation partielle des effluents issus des deux réacteurs est réalisée à l'aide d'un cloisonnement disposé à l'intérieur de la colonne, lequel cloisonnement sépare une partie de ladite colonne en deux compartiments qui constituent ladite zone de fractionnement cloisonné.

10 Cette colonne de fractionnement partiellement cloisonnée peut être agencée de multiples manières, selon la partie des effluents pour lesquels on souhaite que le fractionnement se fasse de manière séparée.

15 Par exemple, si l'on souhaite cloisonner le fractionnement de la partie lourde des effluents issus de chacun des deux réacteurs, la zone de fractionnement cloisonné correspond à la partie inférieure de la colonne de fractionnement. Dans ce cas, différents modes de cloisonnement peuvent être envisagés pour le dispositif selon la présente invention.

20 Selon un premier mode de réalisation, la zone de fractionnement cloisonné est séparée en deux compartiments grâce à un moyen de séparation sensiblement vertical, s'étendant à partir du fond de la colonne de fractionnement sur une partie de la hauteur de celle-ci. Il peut s'agir par exemple d'une paroi verticale plane. Il peut s'agir également d'une paroi verticale cylindrique dont l'axe de révolution est parallèle à l'axe longitudinal de la colonne de fractionnement.

25 Selon un deuxième mode de réalisation, la zone de fractionnement cloisonné est séparée en deux compartiments grâce à un moyen de séparation sensiblement horizontal, par exemple constitué d'un plateau s'étendant sur une section horizontale de la colonne, et pourvu d'une ou plusieurs cheminées permettant le passage vers le haut, vers la zone de fractionnement commun, des effluents légers issus du compartiment inférieur audit plateau.

30 De manière analogue, si l'on souhaite cloisonner le fractionnement de la partie légère des effluents issus de chacun des deux réacteurs, la zone de fractionnement cloisonné correspond à la partie supérieure de la colonne de fractionnement. Là encore, différents modes de cloisonnement peuvent être mis en oeuvre.

35 Selon un premier mode de réalisation, la zone de fractionnement cloisonné est séparée en deux compartiments grâce à un moyen de

séparation sensiblement vertical, s'étendant à partir de la tête de la colonne de fractionnement sur une partie de la hauteur de celle-ci, tel que par exemple une paroi verticale plane ou une paroi verticale cylindrique dont l'axe de révolution est parallèle à l'axe longitudinal de la colonne de fractionnement.

Selon un deuxième mode de réalisation, la zone de fractionnement cloisonné est séparée en deux compartiments grâce à un moyen de séparation sensiblement horizontal, par exemple constitué d'un plateau s'étendant sur une section horizontale de la colonne, et pourvu d'une ou plusieurs cheminées permettant le passage vers le bas, vers la zone de fractionnement commun, des effluents lourds issus du compartiment supérieur audit plateau.

Les conditions opératoires dans lesquelles fonctionne chacune des deux chambres réactionnelles peuvent varier. Elles sont de préférence différentes dans chacune de ces deux chambres, compte tenu des natures différentes des hydrocarbures qui y sont injectés. D'une manière générale, ces conditions opératoires incluent une température de réaction comprise entre 450 et 900°C, et une pression voisine de la pression atmosphérique. L'Homme de l'Art sait parfaitement optimiser ces conditions en fonction du type de coupes pétrolières à craquer.

Les charges d'hydrocarbures susceptibles d'être craquées dans le cadre de la présente invention peuvent être extrêmement diverses. Elles comprennent en particulier, mais non limitativement, les charges usuelles des procédés de craquage, comme par exemple des distillats et/ou des gazoles issus de la distillation atmosphérique ou sous vide, des distillats et/ou des gazoles de viscoréduction, des résidus désasphaltés.

Le procédé selon l'invention est, par ailleurs, parfaitement adapté à la conversion de charges plus lourdes, contenant des fractions bouillant normalement jusqu'à 700°C et plus, pouvant renfermer des quantités élevées d'asphaltènes et présenter une teneur en carbone Conradson allant jusqu'à 4% et au delà. Ainsi, la charge peut comprendre des distillats lourds, des résidus de distillation atmosphérique, voire des résidus de distillation sous vide.

Les charges injectées peuvent le cas échéant avoir reçu un traitement préalable tel que, par exemple, un hydrotraitement en présence d'un catalyseur approprié, par exemple un catalyseur à base de cobalt et de molybdène déposés sur un oxyde réfractaire poreux.

Afin de faciliter son injection, surtout lorsqu'elle est visqueuse, la charge à craquer peut par ailleurs être diluée par une ou plusieurs coupes plus légères, qui peuvent inclure des coupes intermédiaires issues de la zone de fractionnement des effluents de craquage. A cet effet, les LCO ou HCO cités ci-dessus peuvent constituer d'excellents diluants.

Dans le cadre de la présente invention, il n'apparaît pas nécessaire de mentionner le type de particules caloporteuses, catalytiques ou non, employé, ni les moyens de mise en circulation de telles particules sous forme de lits fluidisés plus ou moins dilués par des fluides gazeux de dilution, dans la mesure où ce sont des données bien connues de l'Homme de l'Art.

Les diverses formes de mise en œuvre de l'invention mentionnées ci-dessus vont être décrites ci-après plus en détail, en référence aux dessins annexés. Ceux-ci visent seulement à illustrer l'invention et n'ont donc aucun caractère limitatif, le procédé objet de la présente invention pouvant être mis en œuvre suivant de très nombreuses variantes.

Sur ces dessins :

La figure 1 est une vue schématique d'un premier mode de mise en œuvre du procédé de craquage selon l'invention, dans lequel on cloisonne le fractionnement de la partie lourde des effluents issus des deux réacteurs.

Les figures 2 et 3 représentent deux variantes possibles pour la colonne de fractionnement partiellement cloisonnée intervenant dans le procédé illustré sur la figure 1.

La figure 4 est une vue schématique d'un second mode de mise en œuvre du procédé de craquage selon l'invention, dans lequel on cloisonne le fractionnement de la partie légère des effluents issus des deux réacteurs.

La figure 5 représente une variante possible pour la colonne de fractionnement partiellement cloisonnée intervenant dans le procédé illustré sur la figure 4.

La figure 1 représente une unité de craquage catalytique comprenant deux chambres réactionnelles successives, la première à écoulement descendant et la seconde à écoulement ascendant.

Cette unité comprend une première chambre réactionnelle constituée d'un réacteur tubulaire 1 à flux descendant, connu sous le

nom de "downer". Ce réacteur est relié dans sa partie supérieure à une enceinte 2, à partir de laquelle il est alimenté par un flux de particules de catalyseur régénérées, avec un débit régulé au moyen d'une vanne 3.

5 La charge à craquer est acheminée par la ligne 4 et injectée dans le réacteur 1 au moyen des injecteurs 5. Les particules de catalyseur et les hydrocarbures s'écoulent alors de haut en bas dans le réacteur 1.

10 A la base du réacteur 1, le mélange débouche dans l'enceinte 6, dans la partie supérieure de laquelle un séparateur, non représenté, sépare les particules de catalyseur des effluents réactionnels, qui sont dirigés vers la zone de fractionnement par la ligne 7. Dans la partie inférieure de l'enceinte 6, les particules sont strippées, au moyen de vapeur d'eau amenée par la ligne 8 au diffuseur 9.

15 Les particules sont ensuite évacuées par le conduit 10 hors de l'enceinte 6, et transférées à la base de la deuxième chambre réactionnelle. Cette dernière est constituée d'un réacteur 16 en forme de colonne, de type connu en soi, dit élévateur de charge, ou riser. Le réacteur 16 est alimenté à sa base par le conduit 10 en particules de catalyseur.

20 En option, on peut prévoir un conduit non représenté pour l'acheminement d'un appoint de particules régénérées provenant directement du régénérateur 23 que l'on décrira plus en détail ci-après, avec un débit régulé de manière à optimiser les conditions de craquage dans ce deuxième réacteur.

25 Un gaz élévateur, par exemple de la vapeur d'eau, est introduit dans la colonne 16 par la ligne 11, au moyen d'un diffuseur 19, tandis qu'une charge comprenant une proportion substantielle d'une coupe issue du fractionnement séparé des effluents les plus lourds du premier réacteur 1, est acheminée au moyen de la ligne 13 et injectée dans le réacteur 16 au moyen des injecteurs-pulvérisateurs 14. Les particules de catalyseur et les hydrocarbures s'écoulent alors de bas en haut dans le réacteur 16.

30 La colonne 16 débouche à son sommet dans une enceinte 15, qui lui est par exemple concentrique et dans laquelle s'effectuent la séparation de la charge craquée et le strippage des particules désactivées de catalyseur. Les particules sont séparées de la charge traitée au moyen  
35 d'un cyclone 17, qui est logé dans l'enceinte 15, au sommet de laquelle est prévue une ligne d'évacuation 18 des effluents du deuxième réacteur

16, lesquels sont acheminés vers la zone de fractionnement. Les particules désactivées se déplacent par gravité vers la base de l'enceinte 15. Une ligne 20 alimente en fluide de strippage, généralement de la vapeur d'eau, des injecteurs ou diffuseurs 21 de gaz de fluidisation  
5 disposés régulièrement à la base de l'enceinte 15.

Les particules sont ensuite évacuées à la base de l'enceinte 15 vers un régénérateur 23, par l'intermédiaire du conduit 22. Dans le régénérateur 23, le coke déposé sur les particules est brûlé à l'aide d'air ou d'un autre gaz riche en oxygène, injecté à la base du régénérateur 23  
10 par une ligne 24, qui alimente des injecteurs ou diffuseurs 25 régulièrement espacés. Les particules entraînées par le gaz de combustion sont séparées par des cyclones 26, et le gaz de combustion est évacué par une ligne 27, tandis que les particules s'écoulent vers la base de l'enceinte 23, d'où elles sont recyclées par le conduit 28 vers  
15 l'enceinte 2 d'alimentation du premier réacteur 1.

Les effluents réactionnels issus de chacun des réacteurs 1 et 16 sont acheminés respectivement par les lignes 7 et 18 vers la colonne de fractionnement 12. Cette dernière est constituée de deux zones : une zone inférieure 40 de fractionnement cloisonné, et une zone supérieure  
20 41 de fractionnement commun. La zone 40 de fractionnement cloisonné est divisée en deux compartiments 38 et 39 par un moyen de séparation 37, constitué d'une paroi verticale plane, s'étendant à partir du fond de la colonne 12 sur une partie de la hauteur de celle-ci.

Conformément à l'invention, les lignes 7 et 18 d'amenée des effluents des deux réacteurs débouchent de part et d'autre du moyen de séparation 37, dans les compartiments respectifs 39 et 38, dans lesquels les produits lourds correspondants sont fractionnés séparément. Ces produits correspondent à des résidus de distillation ou « slurry », dont le point de coupe initial est de préférence choisi à une valeur comprise  
25 entre 450 et 480°C.

Les deux compartiments 38 et 39 communiquent avec la zone de fractionnement commun 41, située dans la partie supérieure de la colonne 12, et dans laquelle s'effectue le fractionnement des produits plus légers contenus dans les effluents combinés des deux réacteurs 1 et  
30 16.

Le fractionnement par distillation de ces fractions plus légères est réalisé de manière classique, afin d'obtenir les produits recherchés. En

particulier, l'homme de l'Art sait parfaitement choisir les points de coupes en fonction des produits qu'il souhaite obtenir. Traditionnellement, cette distillation est réalisée de manière à isoler :

- les produits gazeux aux conditions normales de température et de pression (hydrocarbures en C1 à C4), soutirés par la ligne 43 ;
- une coupe d'essences, dont l'intervalle d'ébullition peut aller de 20°C jusque vers 140-220°C, soutirée par la ligne 44 ;
- une coupe de type gazole ou LCO, dont l'intervalle d'ébullition s'étend généralement de 140-220°C jusque vers 320-400°C, soutirée par la ligne 45.
- une coupe de type distillat ou HCO, dont l'intervalle d'ébullition s'étend généralement de 320-400°C jusque vers 450-480°C, soutirée par la ligne 46.

Bien entendu, la zone de fractionnement peut parfaitement comprendre des colonnes additionnelles classiques non représentées, couplées à la colonne 12, dans lesquelles peut être effectué une partie du fractionnement des effluents communs décrit ci-dessus et/ou des fractionnements ultérieurs.

Dans le procédé représenté ici, seuls les résidus des effluents des deux réacteurs sont fractionnés séparément. Il est bien entendu tout-à-fait possible de fractionner de manière séparée d'autres produits lourds tels qu'en particulier le HCO, voire le LCO, de manière à recycler tout ou partie de ceux-ci vers le second réacteur 16, seuls ou en mélange avec le slurry. Pour cela, il suffit d'utiliser un moyen de séparation 37 s'étendant sur une hauteur plus importante de la colonne 12, de manière à ce que la zone de fractionnement cloisonné 40 comprenne également la zone de distillation et de soutirage du HCO (voire du LCO).

Les résidus condensés dans les compartiments 38 et 39 sont soutirés respectivement par les lignes 42 et 13. La coupe soutirée par la ligne 13, qui correspond au slurry issu du fractionnement séparé des effluents de la première chambre réactionnelle 1, est, conformément à l'invention, recyclée vers la deuxième chambre réactionnelle 16. En option, la ligne 47 permet de diluer cette fraction de fond par une coupe moins visqueuse, par exemple tout ou partie de la coupe HCO soutirée par la ligne 46. En option également, la ligne 48 permet de soutirer une partie de ladite fraction de fond, de manière à n'en injecter qu'une proportion donnée dans le réacteur 16.



Quant à la coupe soutirée par la ligne 42, elle correspond au slurry issu du fractionnement séparé des effluents de la deuxième chambre réactionnelle 16. Cette coupe, qui comprend des composés particulièrement réfractaires non convertis après craquage successif  
5 dans chacun des deux réacteurs, peut être par exemple évacuée de l'unité.

La figure 2, sur laquelle les organes déjà décrits en relation avec la figure 1 sont désignés par les mêmes chiffres de référence, représente une première variante de réalisation de la colonne de fractionnement  
10 12, qui fait apparaître un autre moyen de cloisonner la partie inférieure 40 de ladite colonne.

Sur cette figure, la colonne 12 comprend un moyen de séparation constitué, comme dans la figure 1, d'un cloisonnement sensiblement vertical, s'étendant à partir du fond de la colonne 12. Toutefois, cet  
15 élément de cloisonnement se compose ici d'une paroi verticale cylindrique 37' dont l'axe de révolution est parallèle à l'axe longitudinal de la colonne 12. Cet élément cylindrique est disposé intérieurement et concentriquement à la paroi de la colonne 12, et il s'étend à partir du fond de celle-ci sur une hauteur suffisante, partageant ainsi la zone de  
20 fractionnement cloisonnée 40 en deux compartiments 39 et 38, dans lesquels débouchent respectivement la ligne 7 d'acheminement des effluents de la première chambre réactionnelle 1, et la ligne 18 d'acheminement des effluents de la seconde chambre réactionnelle 16. Dans cette configuration, les deux compartiments 38 et 39 sont donc  
25 concentriques.

Chaque compartiment 38 et 39 communique directement avec la zone de fractionnement commun 41 située au-dessus, dans laquelle s'effectue, de manière classique, le fractionnement des produits plus légers contenus dans les effluents combinés des deux réacteurs.

Dans la variante présentée sur la figure 2, l'élément de cloisonnement 37' s'étend sur une hauteur plus importante de la  
30 colonne 12, de manière à couvrir également la zone de distillation des coupes de type HCO. Par ailleurs, on ne sépare pas le HCO du slurry, si bien que les résidus, soutirés par les lignes 42 et 13 dans le fond de  
35 chacun des deux compartiments respectifs 38 et 39, sont constitués d'un mélange de ces deux types de produits.

Le résidu soutiré par la ligne 13, constitué d'un mélange de HCO et de slurry issu du fractionnement séparé des effluents lourds de la première chambre réactionnelle 1, est, conformément à l'invention, recyclé en tout ou partie vers la deuxième chambre réactionnelle 16.

5 Bien entendu, les lignes d'alimentation 7 et 18 peuvent tout à fait être interverties, à condition d'intervertir également les deux lignes 13 et 42 de soutirage des produits correspondants.

La figure 3, sur laquelle les organes déjà décrits en relation avec la figure 1 sont à nouveau désignés par les mêmes chiffres de référence, 10 représente une seconde variante de réalisation de la colonne de fractionnement 12 de cette figure 1, dans laquelle le moyen 37" de séparation de la zone inférieure 40 de fractionnement cloisonné est de type horizontal.

Sur cette figure, la zone 40 comprend un cloisonnement interne 15 constitué d'un plateau horizontal 37", lequel est dimensionné de manière à recouvrir la totalité de la section transversale de la colonne 12 et à être en contact étanche avec la paroi verticale interne de celle-ci.

Ce cloisonnement délimite un premier compartiment supérieur 39, dans lequel débouche la ligne 7 d'acheminement des effluents de la 20 première chambre réactionnelle 1, et un second compartiment inférieur 38, dans lequel débouche la ligne 18 d'acheminement des effluents de la seconde chambre réactionnelle 16. Dans cette configuration, les deux compartiments 38 et 39 sont donc disposées l'un au dessus de l'autre.

Chaque compartiment, 38, 39, communique directement avec la 25 zone de fractionnement commun 41 située au-dessus. En effet, le plateau 37" est pourvu d'au moins une cheminée 50, qui permet le passage vers le haut, vers ladite zone de fractionnement commun 41, des produits vaporisés provenant du compartiment 38 inférieur au plateau 37". Ainsi, les effluents les plus légers issus de la seconde 30 chambre réactionnelle 16 remontent-ils via cette cheminée vers la zone commune 41, où ils sont fractionnés et soutirés par les lignes 43, 44 et 45, en mélange avec les effluents légers issus de la première chambre réactionnelle 1.

La cheminée 50 est surmontée d'une coiffe 51, par exemple 35 conique, qui permet d'éviter que des hydrocarbures ne passent du compartiment supérieur 39 au compartiment inférieur 38. Ce système

permet donc d'assurer une parfaite ségrégation des effluents lourds issus des deux réacteurs 1 et 16.

La coupe soutirée par la ligne 13 du compartiment 39 de fractionnement cloisonné des effluents lourds issus de la première  
 5 chambre réactionnelle 1 est, conformément à l'invention, recyclée en tout ou partie vers la deuxième chambre réactionnelle 16.

Dans cette variante comme dans celle présentée à la figure 2, les lignes d'alimentation 7 et 18 peuvent être interverties (le fractionnement  
 10 séparé des effluents lourds du premier réacteur 1 est alors effectué dans le compartiment inférieur 38, tandis que le fractionnement séparé des effluents lourds du second réacteur 16 est effectué dans le compartiment supérieur 39), à condition d'intervertir également les deux lignes 13 et 42 de soutirage des produits correspondants.

La figure 4 représente également une unité de craquage catalytique  
 15 comprenant, comme celle présentée figure 1, une première chambre réactionnelle 1 à écoulement descendant et une seconde chambre réactionnelle 16 à écoulement ascendant. Cette unité comporte de nombreux éléments communs avec l'unité présentée à la figure 1 et désignés par les mêmes chiffres de référence, de sorte que seuls les  
 20 éléments différents seront décrits ci-après.

Le procédé illustré sur cette figure 4 correspond à un mode de réalisation de l'invention, dans lequel on fractionne séparément les effluents les plus légers provenant de chacun des deux réacteurs 1 et 16, afin de réinjecter dans l'un d'eux des produits légers issus de  
 25 l'autre.

A cet effet, la colonne de fractionnement 12 comprend une zone supérieure 40 de fractionnement cloisonné des effluents légers, et une zone inférieure 41 de fractionnement commun des effluents lourds. La zone 40 de fractionnement cloisonné est divisée en deux compartiments  
 30 38 et 39 par un moyen de séparation 37, constitué d'une paroi verticale plane s'étendant vers le bas à partir de la tête de la colonne 12, sur une partie de la hauteur de celle-ci.

Conformément à l'invention, les lignes 7 et 18 d'amenée des effluents des réacteurs respectifs 1 et 16 débouchent de part et d'autre  
 35 du moyen de séparation 37, dans les compartiments respectifs 39 et 38, dans lesquels les produits légers correspondants sont fractionnés séparément, de manière à isoler :

- les produits gazeux aux conditions normales de température et de pression (hydrocarbures en C1 à C4), soutirés respectivement des compartiments 38 et 39 par les lignes 43a et 43b ;

5 - deux coupes de type essences, dont l'intervalle d'ébullition peut aller de 20°C jusque vers 140-220°C, soutirées respectivement des compartiments 38 et 39 par les lignes 44a et 44b .

La coupe d'essence soutirée par la ligne 44a, issue du fractionnement séparé des effluents les plus légers de la deuxième chambre réactionnelle, est acheminée vers les injecteurs 5, à partir  
10 desquels elle est réinjectée dans la première chambre réactionnelle 1. En effet, bien que, dans le cadre de l'invention, il soit tout à fait possible de recycler cette coupe vers la deuxième chambre réactionnelle 16, il s'est avéré plus efficace de craquer une telle coupe dans la première chambre  
15 1, au contact des particules de température maximale provenant directement du régénérateur 23. Dès lors, la charge fraîche peut être en tout ou partie injectée dans le second réacteur 16. A cet effet, elle est acheminée aux injecteurs 14 via la ligne 52.

Dans la zone 41 de fractionnement commun de la colonne 12, s'effectue, de manière classique, le fractionnement des produits plus  
20 lourds contenus dans les effluents combinés des deux réacteurs 1 et 16, de manière à isoler :

- une coupe de type gazole ou LCO, dont l'intervalle d'ébullition s'étend généralement de 140-220°C jusque vers 320-400°C, soutirée par la ligne 45 ;

25 - une coupe de type distillat ou HCO, dont l'intervalle d'ébullition s'étend généralement de 320-400°C jusque vers 450-480°C, soutirée par la ligne 46 ;

30 - un résidu de distillation ou « slurry », dont le point de coupe initial est généralement choisi à une valeur comprise entre 450 et 480°C, soutiré par la ligne 53.

La figure 5, où les organes déjà décrits en relation avec la figure 4 sont désignés par les mêmes chiffres de référence, représente une variante de réalisation de la colonne de fractionnement 12 de cette  
35 figure 4, dans laquelle le moyen 37" de séparation de la zone supérieure 40 de fractionnement cloisonné est de type horizontal.

Sur cette figure 5, la zone 40 comprend un cloisonnement interne constitué d'un plateau horizontal 37", dimensionné de manière à

recouvrir la totalité de la section transversale de la colonne 12 et à être en contact étanche avec la paroi verticale interne de celle.

5 Ce cloisonnement délimite un premier compartiment supérieur 39, dans lequel débouche la ligne 7 d'acheminement des effluents de la première chambre réactionnelle 1, et un second compartiment inférieur 38, dans lequel débouche la ligne 18 d'acheminement des effluents de la seconde chambre réactionnelle 16.

10 Chaque compartiment 38, 39 communique directement avec la zone de fractionnement commun 41 située au-dessous. En effet, le plateau 37" est pourvu d'au moins une cheminé 50, qui permet le passage vers le bas, vers ladite zone de fractionnement commun 41, des produits lourds provenant du compartiment 39 supérieur au plateau 37". Ainsi, les effluents les plus lourds issus de la première chambre réactionnelle 1 descendent-ils via cette cheminé vers la zone commune 15 41, où ils sont fractionnés et soutirés par les lignes 45, 46 et 53, en mélange avec les effluents lourds issus de la deuxième chambre réactionnelle 16.

20 La cheminé 50 est pourvue d'une chicane 51, par exemple conique, qui permet d'éviter que des hydrocarbures ne passent du compartiment inférieur 38 au compartiment supérieur 39. Ce système permet donc d'assurer une parfaite ségrégation des effluents légers issus des deux réacteurs 1 et 16.

25 La coupe d'essences soutirée par la ligne 44a du compartiment 38 de fractionnement cloisonné des effluents légers issus de la deuxième chambre réactionnelle 16 est, conformément à l'invention, recyclée en tout ou partie vers la première chambre réactionnelle 1.

Les exemples ci-après, qui n'ont pas de caractère limitatif, sont uniquement destinés à illustrer la mise en œuvre de l'invention et les avantages de celle-ci.

30

## EXEMPLES

### **Exemple 1 :**

35 Deux essais de craquage catalytique ont été effectués à partir d'une charge pétrolière lourde, constituée d'un mélange de 50% en poids de résidu atmosphérique et de 50% en poids de distillat sous vide, provenant tous deux de la distillation d'un pétrole brut de type Kirkuk.

Le premier essai a été réalisé dans une unité expérimentale de craquage catalytique conforme à celle représentée sur la Figure 1, qui

comporte deux chambres réactionnelles successives (1 ;16), la première (1) à écoulement descendant ("downer"), et la seconde (16) à écoulement ascendant ("riser"). Le catalyseur utilisé est un catalyseur commercial classique, de type zéolithique. Conformément à l'invention, les effluents de chacune de ces deux chambres réactionnelles sont dirigés vers une même colonne de fractionnement (12), cloisonnée dans sa partie inférieure (40) par une paroi verticale plane (37). La charge fraîche est injectée dans la première chambre réactionnelle (1), tandis que dans la seconde chambre réactionnelle (16) on recycle une coupe issue du fractionnement séparé des effluents de la première chambre (1).

Par ailleurs, un essai comparatif (essai n°2) a été réalisé dans les mêmes conditions, mais en remplaçant la colonne de fractionnement partiellement cloisonnée (12) par une colonne classique, dans laquelle les effluents de chacune des deux chambres (1 ;16) sont combinés et fractionnés de manière traditionnelle. La charge fraîche est injectée dans la première chambre réactionnelle (1), tandis que dans la seconde chambre réactionnelle (16) on recycle une coupe issue du fractionnement des effluents combinés des deux chambres.

Dans ces deux essais, la coupe recyclée dans la seconde chambre réactionnelle (16) correspond à un distillat lourd ou HCO, d'intervalle d'ébullition s'étendant de 380°C à 480°C. Dans l'essai 1 conforme à l'invention, la totalité du HCO provenant du fractionnement cloisonné des effluents de la première chambre réactionnelle (1) est injectée dans la deuxième chambre réactionnelle (16). Dans l'essai comparatif 2, le taux de recycle (rapport de la quantité de HCO recyclée dans la deuxième chambre réactionnelle à la quantité totale de HCO produite dans l'unité) est de 0,8.

Les conditions opératoires, identiques dans les deux essais, sont les suivantes :

- Température de sortie de la première chambre réactionnelle (1) : 540°C
- Température de sortie de la deuxième chambre réactionnelle (16) : 515°C
- Rapport C/O dans la première chambre réactionnelle (1) (rapport massique entre la quantité de catalyseur C et celle O de la charge injectée dans cette chambre) : 6
- Rapport C/O dans la deuxième chambre réactionnelle (16) : 8

- Température du régénérateur (23) : 690°C

Le tableau qui suit résume les résultats obtenus, en terme de taux de conversion de la coupe HCO recyclée dans la deuxième chambre réactionnelle (i.e. quantité de HCO converti / quantité de HCO recyclé), et de rendement en produits de conversion (i.e. poids de produit obtenu / poids de HCO converti).

	<u>Essai 1</u>	<u>Essai 2</u> <u>(comparatif)</u>
<b><u>Rendements:</u></b>		
Taux de conversion (% en poids)	34,6	24,5
Rendement en gaz secs (% en poids)	2,2	1,5
Rendement en GPL (% en poids)	5,8	4,3
Rendement en essence (% en poids)	13,1	10,1
Rendement en LCO (% en poids)	20,0	20,8
Rendement en slurry (% en poids)	45,4	54,7
Rendement en coke (% en poids)	13,5	8,6

Dans le tableau ci-dessus, les produits obtenus sont définis comme suit:

- gaz secs: hydrocarbures légers à 1 ou 2 atomes de carbone et hydrogène sulfuré ( $H_2S$ );
- GPL: hydrocarbures légers à 3 ou 4 atomes de carbone;
- essence: coupe d'hydrocarbures dont l'intervalle d'ébullition s'étend de 20°C jusqu'à 220°C;
- LCO: coupe d'hydrocarbures dont l'intervalle d'ébullition s'étend de 220°C jusqu'à 380°C;
- slurry: résidu de distillation, qui contient des quantités importantes de poussières de catalyseur et dont l'intervalle d'ébullition s'étend à partir de 480°C.

Les résultats ci-dessus montrent qu'il est beaucoup plus avantageux de recycler au second réacteur du HCO provenant du fractionnement cloisonné des effluents du premier réacteur (essai 1), que de recycler du HCO provenant du fractionnement des effluents combinés des deux réacteurs (essai 2).

En effet, dans le premier cas, la coupe de HCO recyclée ne contient que des hydrocarbures issus d'un premier craquage de la charge fraîche, tandis que dans le second cas elle contient également

des hydrocarbures issus de la deuxième chambre, non convertis après passage dans les deux réacteurs successifs, donc particulièrement réfractaires au craquage, et qui "tournent en rond" dans l'unité. Dans l'essai 1 réalisé conformément à l'invention, l'élimination de tels composés grâce au système de fractionnement cloisonné améliore notablement la qualité du craquage dans la seconde chambre réactionnelle. On constate en effet que cette conversion est à la fois plus complète (augmentation de 10 points du taux de conversion), et plus sélective (forte diminution du rendement en en slurry, qui est un produit particulièrement indésirable, au profit d'une augmentation des rendements produits intermédiaires recherchés, tels que les essences et les GPL).

### **Exemple 2 :**

Dans cet exemple, deux essais (respectivement 3 et 4) ont été réalisés dans les mêmes unités et dans les mêmes conditions opératoires que les essais respectifs 1 et 2 de l'exemple 1, à la différence près que cette fois la coupe recyclée dans la seconde chambre réactionnelle (16) est une coupe de type gazole ou LCO (d'intervalle d'ébullition s'étendant de 220°C à 380°C). Dans l'essai 3 conforme à l'invention, la totalité du LCO provenant du fractionnement cloisonné des effluents de la première chambre réactionnelle (1) est injectée dans la deuxième chambre réactionnelle (16). Dans l'essai comparatif 4, le taux de recycle (rapport de la quantité de LCO recyclé dans la deuxième chambre réactionnelle à la quantité totale de LCO produite dans l'unité) est de 0,8. La charge fraîche utilisée est la même que dans l'exemple 1.

Pour chacun de ces deux essais, on a déterminé les propriétés de la coupe de LCO recyclée dans la seconde chambre réactionnelle. Le tableau ci-dessous illustre les résultats obtenus :

	<b><u>Essai 3</u></b>	<b><u>Essai 4</u></b> <b><u>(comparatif)</u></b>
<b><u>Propriétés de la coupe de recycle :</u></b>		
Densité (à 15°C)	0,9522	0,9543
Viscosité (à 50°C)	2,76	2,98
Teneur en soufre (% en poids)	2,59	2,71
Teneur en hydrogène moléculaire (% en poids)	10,10	9,79



Les résultats ci-dessus illustrent, d'une manière complémentaire à ceux de l'exemple 1, certains avantages apportés par l'invention.

On constate en effet que, dans l'essai 3 effectué conformément à l'invention, la coupe de recycle est de qualité nettement supérieure à celle obtenue dans l'essai comparatif 4. Dans l'essai 3, cette coupe est  
5 moins lourde, moins visqueuse, moins riche en impuretés soufrées ; la teneur en hydrogène des hydrocarbures qu'elle contient est plus élevée. Cette coupe est donc moins riche en hydrocarbures lourds, en particulier en composés polyaromatiques particulièrement réfractaires  
10 au craquage.

Cet exemple illustre donc le fait que, dans le procédé selon l'invention, les qualités de la coupe de recycle sont supérieures, ce qui contribue à de meilleurs rendements, une meilleure sélectivité et une meilleure qualité des produits obtenus lors du craquage de cette coupe  
15 dans la seconde chambre réactionnelle 16.

### **Exemple 3 :**

Dans cet exemple, on utilise une unité expérimentale de craquage catalytique conforme à celle représentée sur la Figure 4, qui comporte  
20 deux chambres réactionnelles successives (1 ;16), la première (1) à écoulement descendant ("downer"), et la seconde (16) à écoulement ascendant ("riser"). Le catalyseur utilisé est un catalyseur commercial classique, de type zéolithique.

Un premier essai (essai n°5) est réalisé conformément à l'invention :  
25 les effluents de chacune de ces deux chambres réactionnelles sont dirigés vers une même colonne de fractionnement (12), cloisonnée dans sa partie supérieure (40) par une paroi verticale plane (37). La charge fraîche est injectée dans la deuxième chambre réactionnelle (16), tandis que dans la première chambre réactionnelle (1) on recycle une coupe  
30 issue du fractionnement séparé des effluents de la deuxième chambre (16).

Par ailleurs, un essai comparatif (essai n°6) a été réalisé dans les mêmes conditions, mais en remplaçant la colonne de fractionnement partiellement cloisonnée (12) par une colonne classique, dans laquelle les  
35 effluents de chacune des deux chambres (1 ;16) sont combinés et fractionnés de manière traditionnelle. La charge fraîche est injectée dans la deuxième chambre réactionnelle (16), tandis que dans la première

chambre réactionnelle (1) on recycle une coupe issue du fractionnement des effluents combinés des deux chambres.

Dans ces deux essais, la coupe recyclée dans la première chambre réactionnelle (1) est une essence légère (d'intervalle d'ébullition s'étendant de 20°C à 220°C). Dans l'essai 5 conforme à l'invention, la totalité de l'essence provenant du fractionnement cloisonné des effluents de la deuxième chambre réactionnelle (16) est injectée dans la première chambre réactionnelle (1). Dans l'essai comparatif 6, le taux de recycle (rapport de la quantité d'essence recyclée dans la première chambre réactionnelle à la quantité totale d'essence produite dans l'unité) est de 0,8.

La charge fraîche utilisée est la même que dans l'exemple 1, et les conditions opératoires, identiques dans les deux essais, sont les suivantes :

- Température de sortie de la première chambre réactionnelle (1) : 540°C
- Température de sortie de la deuxième chambre réactionnelle (16) : 515°C
- Rapport C/O dans la première chambre réactionnelle (1) : 8
- Rapport C/O dans la deuxième chambre réactionnelle (16) : 6
- Température du régénérateur (23) : 690°C

Pour chacun de ces deux essais, on a déterminé les propriétés de la coupe d'essence recyclée dans la première chambre réactionnelle (1). Le tableau ci-dessous illustre les résultats obtenus :

	<b><u>Essai 5</u></b>	<b><u>Essai 6</u></b> <b><u>(comparatif)</u></b>
<b><u>Propriétés de la coupe de recycle:</u></b>		
Densité (à 15°C)	0,7130	0,7289
Teneur en soufre (% en poids)	0,063	0,078
Teneur en hydrogène moléculaire (% en poids)	14,30	13,77
Teneur en composés aromatiques (% en poids)	16,0	17,5

Là encore, on constate que dans l'essai 5 effectué conformément à l'invention, la coupe de recycle est de qualité nettement supérieure à celle obtenue dans l'essai comparatif 6. En effet, dans l'essai 5 cette

coupe est moins lourde, moins riche en impuretés soufrés ; sa teneur en hydrogène moléculaire est plus élevée, et sa teneur en hydrocarbures aromatiques est moindre. Il en résulte, lors du craquage d'une telle coupe dans la première chambre réactionnelle (1), non seulement des rendements plus élevés, mais également de meilleures qualités des produits de craquage.

De manière générale, les exemples ci-dessus illustrent parfaitement quelques-uns des nombreux avantages apportés par la présente invention. En particulier, ils montrent que l'invention permet de recycler de manière optimale certaines coupes d'hydrocarbures issues d'une première étape de craquage de la charge fraîche, ce qui permet d'augmenter de manière substantielle le rendement total de conversion de cette charge, avec une sélectivité accrue en faveur des produits spécifiques recherchés.

15

## REVENDICATIONS

1. Procédé de craquage en lit fluidisé d'une charge hydrocarbonée dans lequel des particules caloporteuses, éventuellement catalytiques, circulent dans deux chambres réactionnelles successives (1 ; 16), dans  
5 chacune desquelles elles sont mises en contact avec au moins une coupe d'hydrocarbures, et les effluents réactionnels issus de chacune desdites chambres sont dirigés vers une même unité de fractionnement, caractérisé en ce que les effluents de chacune des chambres  
10 réactionnelles (1 ; 16) sont fractionnés en partie séparément dans une même colonne de fractionnement (12) partiellement cloisonnée, et en ce qu'au moins une coupe issue (13, 44a) du fractionnement séparé des effluents d'une des deux chambres réactionnelles (1 ; 16) est, en tout ou partie, réinjectée dans l'autre chambre.

2. Procédé selon l'une quelconque des revendications  
15 précédentes, caractérisé en ce que le temps de séjour des hydrocarbures injectés dans la première chambre réactionnelle (1) est inférieur au temps de séjour des hydrocarbures injectés dans la deuxième chambre réactionnelle (16).

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications  
20 précédentes, caractérisé en ce que le temps de séjour des hydrocarbures injectés dans la première chambre réactionnelle (1) est compris entre 0,05 et 5 secondes, de préférence entre 0,1 et 1 seconde.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications  
25 précédentes, caractérisé en ce que le temps de séjour des hydrocarbures injectés dans la deuxième chambre réactionnelle (16) est compris entre 0,1 et 10 secondes, de préférence entre 0,4 et 5 secondes.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications  
30 précédentes, caractérisé en ce que l'écoulement de la charge et des particules dans la première chambre réactionnelle (1) se fait suivant une direction essentiellement descendante.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications  
précédentes, caractérisé en ce que l'écoulement de la charge et des particules dans la deuxième chambre réactionnelle (16) se fait suivant  
une direction essentiellement ascendante.

35 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, dans ladite colonne (12) de fractionnement partiellement cloisonnée, les effluents les plus lourds

issus de chacune des deux chambres réactionnelles sont fractionnés séparément, tandis que les effluents les plus légers sont combinés.

5 8. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite coupe (13) issue du fractionnement séparé des effluents de l'une des chambres réactionnelles et qui est, en tout ou partie, réinjectée dans l'autre chambre, comprend du slurry et/ou un distillat lourd du type des HCO et/ou une coupe du type gazole telle que du LCO.

10 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que au moins une coupe (13) issue du fractionnement séparé des effluents les plus lourds de la première chambre réactionnelle (1) est, en tout ou partie, réinjectée dans la seconde chambre réactionnelle (16).

15 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que, dans ladite colonne (12) de fractionnement partiellement cloisonnée, les effluents les plus légers issus de chacune des deux chambres réactionnelles sont fractionnés séparément, tandis que les effluents les plus lourds sont combinés.

20 11. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite coupe (44a) issue du fractionnement séparé des effluents de l'une des chambres réactionnelles et qui est, en tout ou partie, réinjectée dans l'autre chambre, comprend de l'essence.

25 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 et 11, caractérisé en ce que au moins une coupe (44a) issue du fractionnement séparé des effluents les plus légers de la deuxième chambre réactionnelle (16) est, en tout ou partie, réinjectée dans la première chambre réactionnelle (1).

30 13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite coupe (13 ; 44a) issue du fractionnement séparé des effluents de l'une des chambres réactionnelles et qui est, en tout ou partie, réinjectée dans l'autre chambre est, préalablement à cette réinjection, combinée à d'autres coupes d'hydrocarbures.

35 14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite coupe (13 ; 44a) issue du fractionnement séparé des effluents de l'une des chambres réactionnelles et qui est, en tout ou partie, réinjectée dans l'autre

chambre est, préalablement à cette réinjection, soumise à un ou plusieurs traitements intermédiaires.

15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que ledit traitement intermédiaire inclut un hydrotraitement, tel que par exemple une hydrogénation, une hydrodéaromatisation, une hydrodésulfuration, une hydrodéazotation.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on introduit en amont de la seconde chambre réactionnelle (16), en plus des particules issues de la première chambre réactionnelle (1), un appoint de particules en provenance du régénérateur (23).

17. Dispositif de craquage en lit fluidisé d'une charge hydrocarbonée, mettant en œuvre deux chambres réactionnelles (1 ; 16) reliées entre elles par un moyen (10) de transfert des particules caloporteuses, une colonne de fractionnement (12) et des conduites (7 ; 18) d'amenée des effluents hydrocarbonés issus de chacune des deux chambres (1 ; 16) à ladite colonne de fractionnement (12), caractérisé en ce que :

- ladite colonne de fractionnement (12) comporte, dans sa partie interne, au moins deux zones distinctes : une première zone (40) de fractionnement cloisonné constituée de deux compartiments (38 ; 39), communiquant chacun avec une seconde zone de fractionnement commun (41) ;

les conduites (7 ; 18) d'amenée des effluents issus de la première et de la deuxième chambre réactionnelle (1 ; 16) débouchent respectivement dans le premier et le deuxième compartiment (39 ; 38) de ladite zone (40) de fractionnement cloisonné ;

- des moyens sont prévus (13 ; 44a) pour le recyclage et l'injection dans l'une des chambres réactionnelles (1 ; 16) d'au moins une coupe soutirée du compartiment de fractionnement cloisonné des effluents de l'autre chambre réactionnelle.

18. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que lesdites chambres réactionnelles (1 ; 16) sont différentes.

19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 17 et 18, caractérisé en ce que la première chambre réactionnelle (1) est constituée d'un réacteur sensiblement vertical à écoulement descendant du type connu sous le nom de downer.

20. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 17 à 19, caractérisé en que la seconde chambre réactionnelle (16) est constituée d'un réacteur sensiblement vertical à écoulement ascendant, du type connu sous le nom de riser.

5 21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 17 à 20, caractérisé en que la zone de fractionnement cloisonné (40) correspond à la partie inférieure de la colonne de fractionnement (12).

22. Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en ce que la zone de fractionnement cloisonné (40) est séparée en deux  
10 compartiments (38 ; 39) grâce à un moyen de séparation sensiblement vertical (37 ; 37'), s'étendant à partir du fond de la colonne de fractionnement (12) sur une partie de la hauteur de celle-ci.

23. Dispositif selon la revendication 21, caractérisé en que la zone de fractionnement cloisonné (40) est séparée en deux  
15 compartiments (38 ; 39) grâce à un moyen de séparation sensiblement horizontal, constitué d'un plateau (37'') s'étendant sur une section horizontale de la colonne (12), et pourvu d'une ou plusieurs cheminées (50) permettant le passage vers le haut, vers la zone (41) de fractionnement commun, des effluents légers issus du compartiment  
20 (38) inférieur audit plateau (37'').

24. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 17 à 20, caractérisé en que la zone de fractionnement cloisonné (40) correspond à la partie supérieure de la colonne de fractionnement (12).

25. Dispositif selon la revendication 24, caractérisé en ce que la zone de fractionnement cloisonné (40) est séparée en deux  
25 compartiments (38 ; 39) grâce à un moyen de séparation sensiblement vertical (37 ; 37'), s'étendant à partir de la tête de la colonne de fractionnement (12) sur une partie de la hauteur de celle-ci.

26. Dispositif selon la revendication 24, caractérisé en que la zone de fractionnement cloisonné (40) est séparée en deux  
30 compartiments (38 ; 39) grâce à un moyen de séparation sensiblement horizontal, constitué d'un plateau (37'') s'étendant sur une section horizontale de la colonne (12), et pourvu d'une ou plusieurs cheminées (50) permettant le passage vers le bas, vers la zone de fractionnement commun (41), des effluents lourds issus du compartiment (39)  
35 supérieur audit plateau (37'').

27. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 22 ou 25, caractérisé en que ledit moyen de séparation est constitué d'une paroi verticale plane (37).

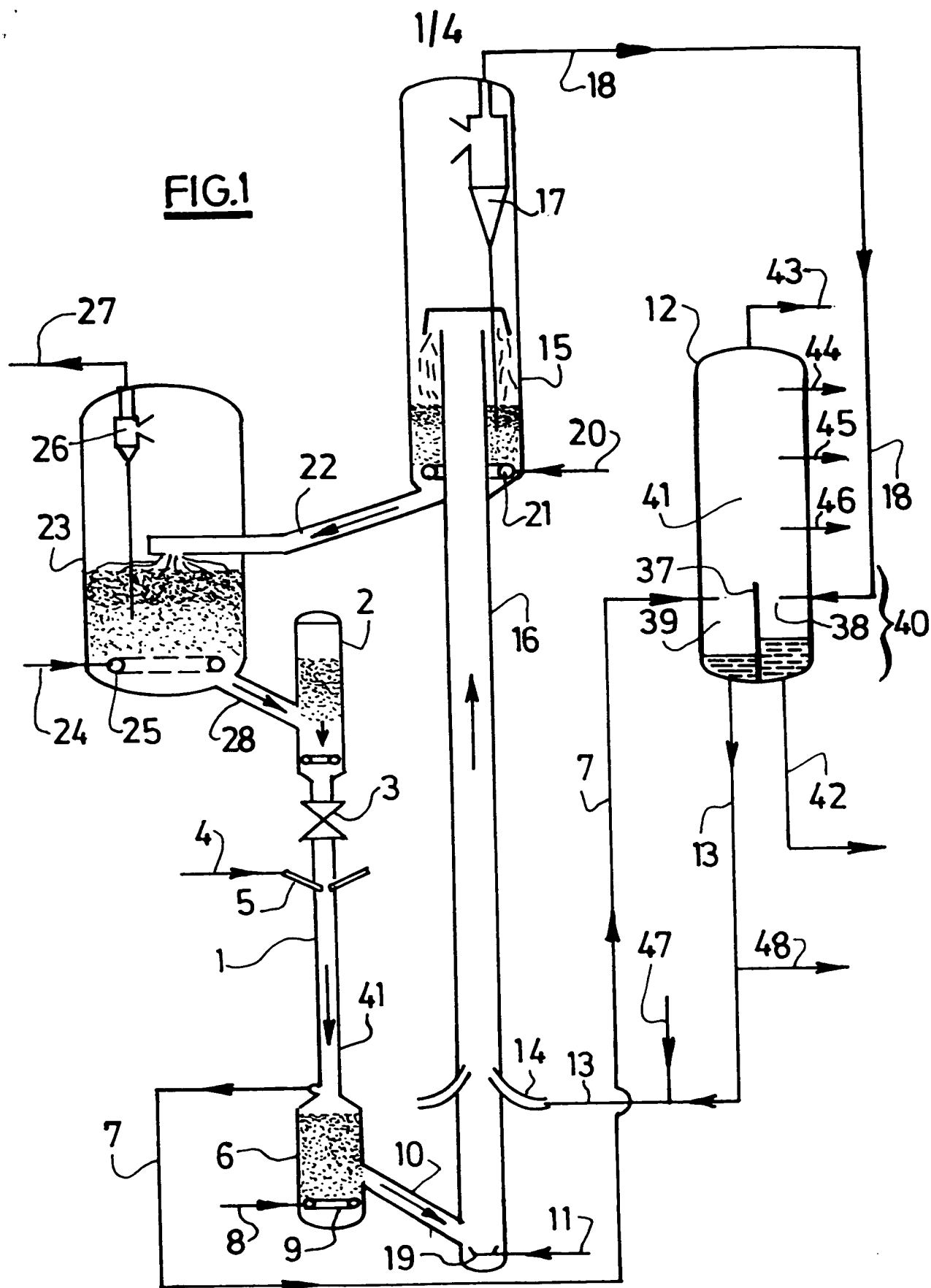
5 28. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 22 ou 25, caractérisé en que ledit moyen de séparation est constitué d'une paroi verticale cylindrique (37'), dont l'axe de révolution est parallèle à l'axe longitudinal de la colonne de fractionnement (12).

Trente-cinq pages.

4/2/7



**FIG.1**



2/4

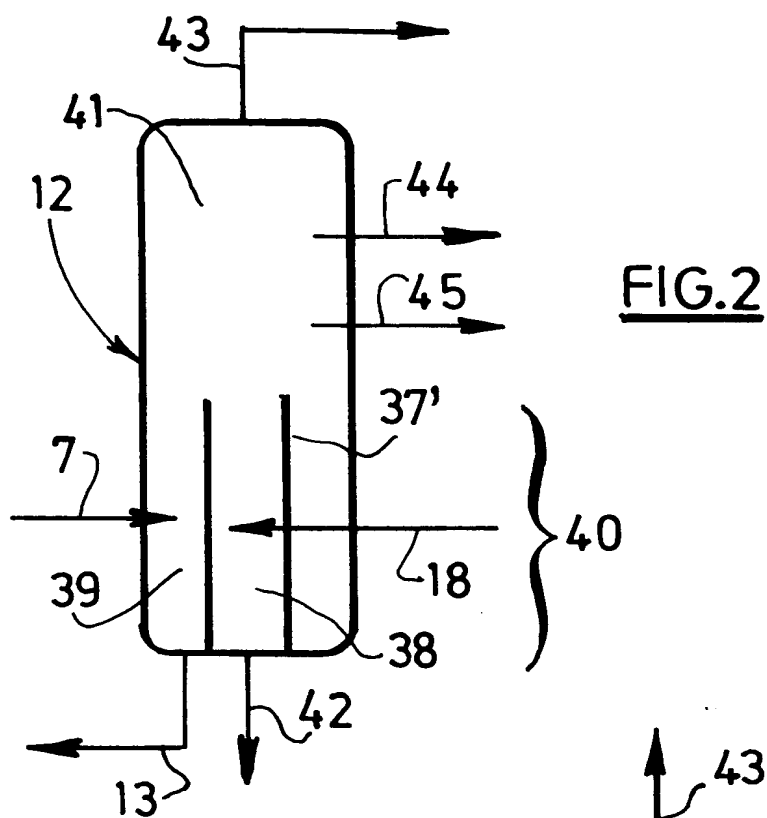
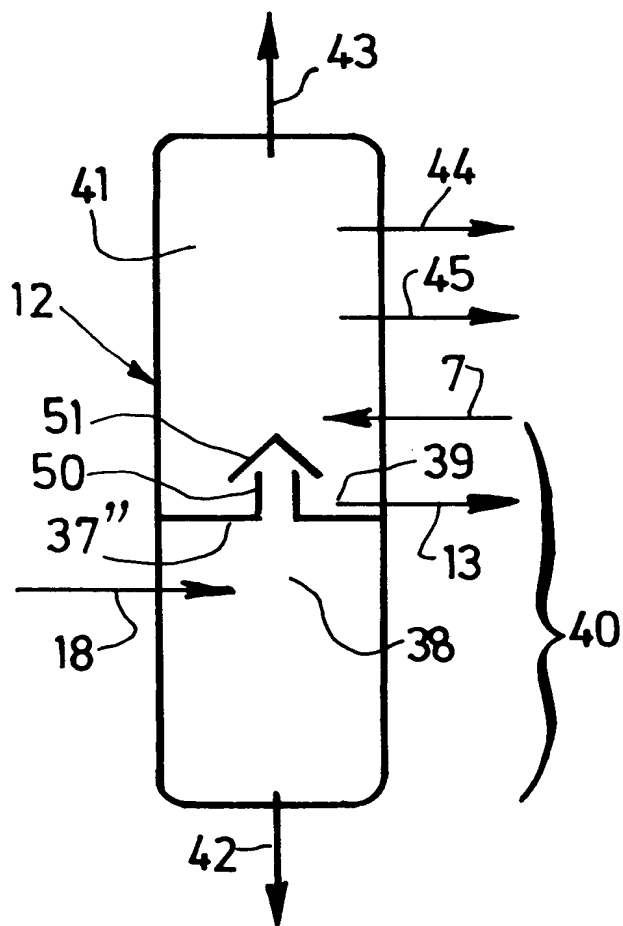
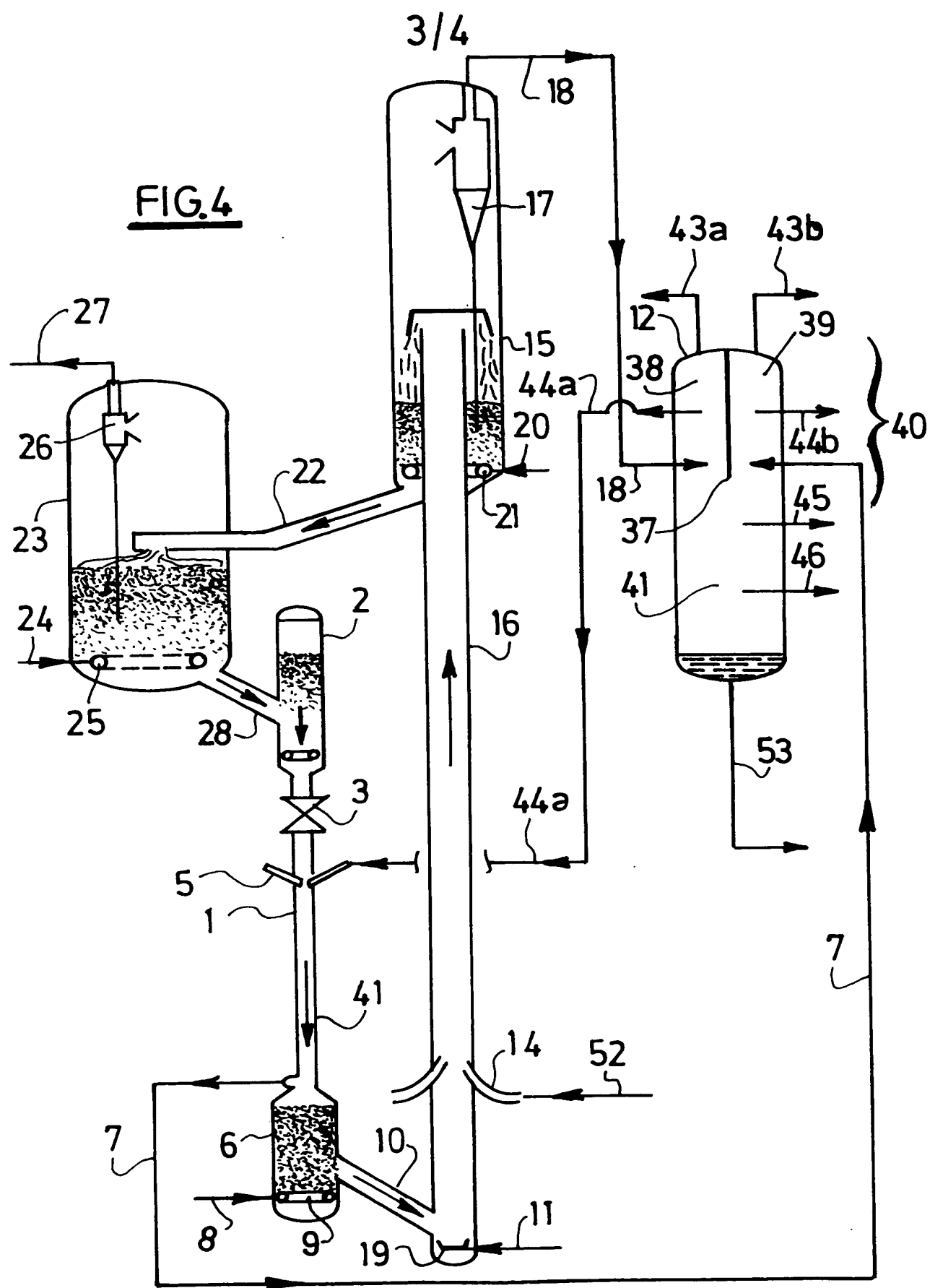


FIG. 3





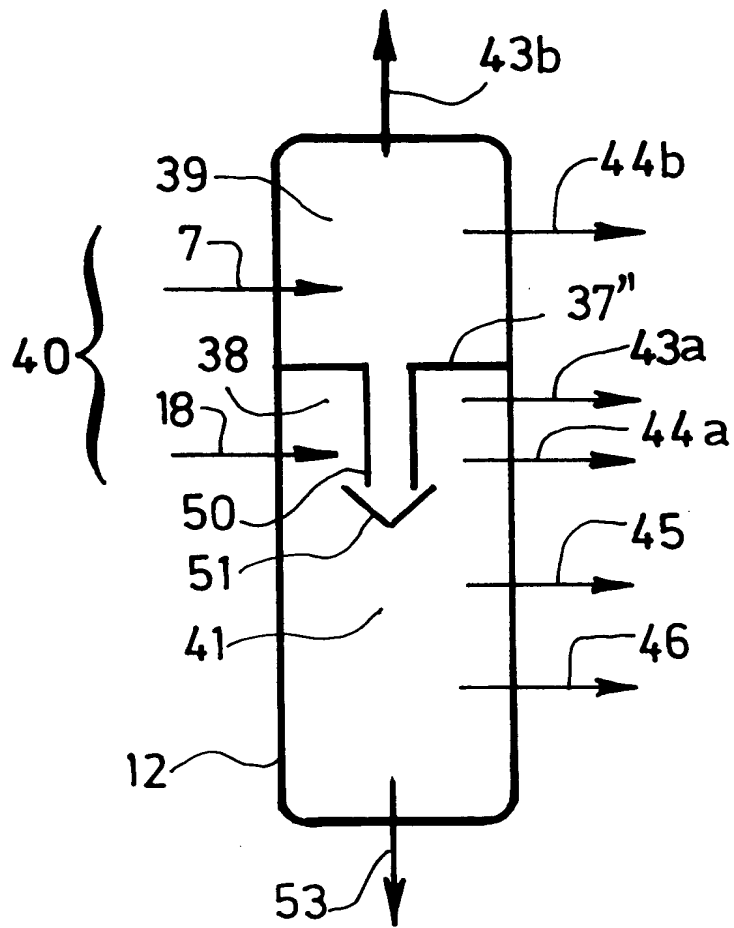


FIG.5